PART5 【発展】コンピュータの限界

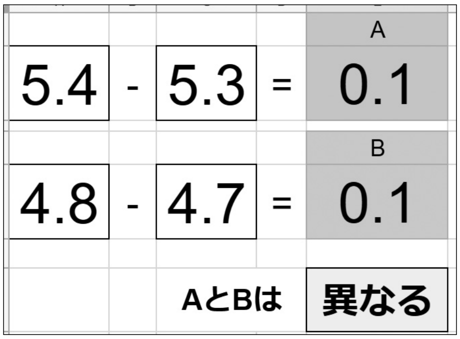
目標

- コンピュータの計算には誤差が発生することを，そのメカニズムも含めて理解する。
- 誤差以外に，コンピュータが予期せぬ動作を起こすことを，そのメカニズムも含めて理解する。

Chapter1 コンピュータの限界

何故かエラーになる不思議な計算

表計算ソフトウェアで，小数の引き算を行うと，予期せぬ結果になることがある。この原因は，コンピュータが〔①　　〕で数を表現することにある。



小数の２進法表現

２進法を用いた小数の表現は，整数の表現と同様に考えることができる。

2 進数	1	0	1	1	.	1	0	1
	×	×	×	×		×	×	×
桁の重み	8	4	2	1		½	¼	⅛
	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓

8＋0＋2＋1　＋　0.5＋0＋0.125　＝　11.625

手順①：各桁の重みを掛ける

手順②：合算すると 10 進数になる

重要

10 進数の表現と比較すると，理解しやすい。各桁の間に，10 進数は 10（1/10）倍，2 進数は 2(1/2) 倍の関係性がある。

10 進数

…| 1000 | 100 | 10 | 1 | . | 1/10 | 1/100 | 1/1000 |…

2 進数

…| 8 | 4 | 2 | 1 | . | 1/2 | 1/4 | 1/8 |…

次の２つの数を表してみよう。

0.625を2進法で表現

	1/2 0.5	1/4 0.25	1/8 0.125	1/16 0.0625	1/32 0.03125	1/64 0.015625
0.						

0.1を2進法で表現

	1/2 0.5	1/4 0.25	1/8 0.125	1/16 0.0625	1/32 0.03125	1/64 0.015625	…
0.							

有限小数で表される10進法の数が, 2進法では無限小数となってしまうことがある。コンピュータは有限個のビットで数を表すため，定められたビット数に応じて表現を打ち切るしかない。このときに，〔② 〕が発生する。

先ほどの表計算ソフトウェアの結果で，表示する桁数を増やしてみると，計算結果がわずかにずれていることが分かる。

				A
5.4	-	5.3	=	0.100000000000001
				B
4.8	-	4.7	=	0.100000000000000
		AとBは		**異なる**

有限個のビットで表現する限界

有限個のビットで数を表現することで，計算誤差以外に次のようなエラーも生じる。

〔③ 〕：演算結果が記録できる上限を超えてしまうこと，およびそれによって発生したエラー。

まとめ

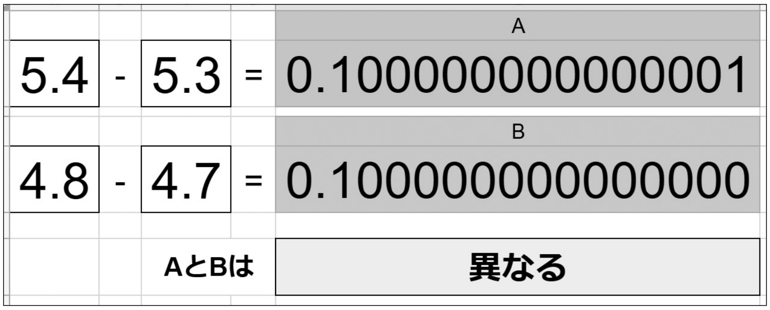
- コンピュータは有限個のビットで数を扱うため，**誤差**が発生する。
- 有限個のビット数で表せる数を超えてしまうと，誤差だけでなく予期せぬ結果になることがある。

Chapter2　実践問題

問 1　次のうち，2 進法の有限小数で表現できない数はどれか答えなさい。

① 0.625　② 0.0625　③ 0.53125　④ 0.4

問 2　表計算ソフトウェアを用いて，図のように計算を行い，2 つの計算結果を比較したところ，計算に誤差が生じ，誤った結果が表示された。このような誤差の問題に対応し，意図したとおりの比較を行うためには，どのような工夫をすればよいか考えてみよう。



＜MEMO＞

第 5 講　PART5　確認問題

問 1　表計算ソフトウェアで，小数の引き算を行うと，予期せぬ結果になることがある。この原因は，コンピュータが（　ア　）で数を表現するためである。

空欄（ア）に入る語句として最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　2 進法　　②　12 進法
③　10 進法　　④　60 進法

問 2　10 進数の 0.3125 を 2 進数に変換した際の結果として最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.0101　　②　0.011
③　0.0111　　④　0.101

問 3　演算結果が，有限個のビット数で記録できる上限を超えてしまうこと，およびそれによって発生するエラーとして最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　オーバーフロー　　②　桁落ち
③　誤差　　④　情報落ち

＜MEMO＞

第５講　ハードウェアとソフトウェア

PART1　コンピュータの構成要素

問１　省略

PART2　ソフトウェア

問１　省略

問２　省略

PART3　演算の仕組みと論理回路

問１

入力		出力
A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

問２　省略

PART4　【発展】補数の計算

問１　11110011

問２　（1）10　　（2）-6

問３　省略

PART5　【発展】コンピュータの限界

問１　④

問２　ROUND 関数で丸める。微小値を許容する。など

第5講　PART5　確認問題　解答

問 1　①

解説：

表計算ソフトウェアで小数の引き算を行うと予期せぬ結果になることがある理由は，コンピュータが 2 進法で数を表現するためである。

問 2　①

解説：

次のような表を考え，左から順に数を埋めていくと，答えは 0.0101 となる。

	1/2 0.5	1/4 0.25	1/8 0.125	1/16 0.0625	1/32 0.03125	1/64 0.015625
0.	**0**	**1**	**0**	**1**		

問 3　①

解説：

演算結果が，有限個のビット数で記録できる上限を超えてしまうこと，およびそれによって発生するエラーをオーバーフローという。